

ERG衛星, DMSP衛星, SuperDARNで共役観測されたSAPS Wave Structureの事例解析

Case analysis of SAPS wave structure events observed by ERG, DMSP, and SuperDARN

*深見 岳弘¹、熊本 篤志¹、加藤 雄人¹、西谷 望²、堀 智昭²、笠羽 康正³、土屋 史紀³、寺本 万里子⁴、木村 智樹⁵、笠原 禎也⁶、小路 真史²、中村 紗都子²、北原 理弘²、松岡 彩子⁷、今城 峻²、笠原 慧⁸、横田 勝一郎⁹、桂華 邦裕⁸、風間 洋一¹⁰、Wang Shiang-Yu Wang¹⁰、Chae-Woo Jun²、浅村 和史¹¹、三好 由純²、篠原 育¹¹、Shepherd Simon¹²

*Takehiro Fukami¹, Atsushi Kumamoto¹, Yuto Katoh¹, Nozomu Nishitani², Tomoaki Hori², Yasumasa Kasaba³, Fuminori Tsuchiya³, Mariko Teramoto⁴, Tomoki Kimura⁵, Yoshiya Kasahara⁶, Masafumi Shoji², Satoko Nakamura², Masahiro Kitahara², Ayako Matsuoka⁷, Shun Imajo², Satoshi Kasahara⁸, Shoichiro Yokota⁹, Kunihiro Keika⁸, Yoichi Kazama¹⁰, Shiang-Yu Wang Wang¹⁰, Jun Chae-Woo², Kazushi Asamura¹¹, Yoshizumi Miyoshi², Iku Shinohara¹¹, Simon G. Shepherd¹²

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター、4. 九州工業大学、5. 東北大学際科学フロンティア研究所、6. 金沢大学総合メディア基盤センター、7. 京都大学 理学研究科 地磁気世界資料解析センター、8. 東京大学、9. 大阪大学・理学研究科、10. 中央研究院天文及天文物理研究所、11. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部、12. Dartmouth College

1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 4. Kyushu Institute of Technology, 5. The Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, 6. Information Media Center, Kanazawa University, 7. Data analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University, 8. The university of Tokyo, 9. Graduate School of Science, Osaka University, 10. Academia Sinica Institute of Astronomy & Astrophysics, 11. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 12. Dartmouth College

Subauroral Polarization Stream (SAPS)や Subauroral Ion Drift (SAID)は、地球電離圏夕方側サブオーロラ帯に発生する西向き的高速フローであり、電離圏における極方向の強力な電場によって駆動されると考えられている。[Spiro et al., 1979; Anderson et al., 1993; Foster and Burke, 2002]. Ericson et al. (2002)により、SAPS内部に数十 km規模の不規則構造を伴う事例が報告され、SAPS Wave Structure (SAPSWS)と呼ばれている。Mishin and Burke (2005)はCRRES衛星の観測から、SAPSWSの電磁場変動と同時に、高温のイオンが内部磁気圏に侵入し特徴的なエネルギー分散を伴う空間分布(ion nose structure)を示すことを明らかにした。Ebihara et al. (2009)は磁気圏・電離圏サブオーロラ帯を結合させた計算機シミュレーションにより、内部磁気圏に侵入した高温プラズマの複雑な圧力分布が、SAPSの時間的・空間的変動に寄与することを示した。磁気圏衛星の直接観測により電磁場変動と高温イオンの関係をさらに詳しく調査することはSAPSWSの機構を理解するうえで重要である。

そこで本研究では、磁気圏において電磁場や環電流粒子のフラックスを計測するERG衛星[Miyoshi et al., 2018]のデータを用いた。粒子計測器(MEP-i, LEP-i, LEP-e)の観測結果から発見した15例の ion nose structure に対し、動径方向の電場変動の有無と、MEP-iが計測した高温イオン(10-180 keV)のフラックスから計算した等方圧力を調べた。また、15例のうち、電離圏のイオンドリフト速度・磁場等を計測するDMSP衛星や2次元的に電離圏のフローを観測する SuperDARN レーダー[Greenwald et al., 1995]によって電離圏の共役観測が得られているイベントについても解析を行なった。

15例の ion nose structure のうち, 7例で振幅1 mV/m以上の電場変動が観測されていた. また, 電場変動が1 mV/m未満の8例に比べて, 1 mV/m以上の7例のうち6例で, 2倍以上の振幅の高温イオンの圧力変化が見られた. ERGとSuperDARN Christmas Valley East(CVE)が電離圏共役だった2017年7月9日 2:30-3:00UTのイベントでは SuperDARN CVE でフロー速度の変化幅が200 m/sの小規模構造が観測された. また, ERGとDMSPF18衛星が共役だった2017年8月31日 8:40-9:10 UTのイベントでは, DMSPでフロー速度200 m/sの変化幅をもつ小規模構造が観測された. SuperDARN・DMSPのフロー速度観測から極方向の電場変化を算出すると, いずれも10 mV/m程度であった. 一方ERGは17-19 MLT, L=4-5 付近で振幅2 mV/m以上の強い動径方向の電場変動を観測しており, この変動を双極子磁場を仮定して電離圏にマッピングすると30-40 mV/mとなる. これに比べて電離圏での観測に基づく電場変動幅10 mV/m は同程度ながら若干小さいが, SuperDARN, DMSPとも西向きからは少しずれた方向のフロー速度を観測していた点, 実際の磁場が双極子磁場とは異なっていたことなども考慮する必要がある. 2017年7月9日 2:30-3:00UTのイベントにおいて, 磁気圏に形成されていたと考えられる構造のスケールをSuperDARNと ERG衛星の観測からそれぞれ見積もると, どちらも3,000-4000 kmと近い値であった. またERGでは高温イオンの圧力変化が大きい場所に対応して, 沿磁力線電流を示唆する磁場の変動も確認された.

これらの電離圏フロー・磁気圏電場・高温イオン圧力変動の観測結果から, 磁気圏において小規模な圧力不均一を伴いながら地球方向に到来する高温イオンが沿磁力線電流を生じて電離圏にSAPSWSを引き起こしていたことが示唆される.

キーワード : SAPS、あらせ衛星、SuperDARN

Keywords: SAPS, ERG / Arase, SuperDARN